

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GILNEI MACHADO ROSA

TEOR E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) E TOMILHO (*Thymus vulgaris* L.) SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE SECAGEM.

CURITIBA

2013

GILNEI MACHADO ROSA

TEOR E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) E TOMILHO (*Thymus vulgaris* L.) SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE SECAGEM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

Orientador: Prof.^o Dr. Cícero Deschamps.

Co-orientação: Eng^o Agr. Dr. Cirino Correia Junior

CURITIBA

2013

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida que me deu, fruto do amor de meus pais Gilberto João Rosa e Sirlei Machado Rosa.

Ao meu irmão Gilson e minha irmã Gilsa pelo apoio e incentivo.

As minha filhas, Élide Camilla e Martha, por entenderem o quão importante esta pesquisa é para minha formação.

Ao meu orientador e professor Cícero Deschamps, pela orientação e palavras de apoio quando mais precisei sabendo que haveriam dificuldades e que não foram poucas, mas em sua sala entre um café e outro a amizade foi construída com respeito e as dúvidas solucionadas.

Agradeço ao meu co-orientador Dr. Cirino Correa Junior, que sempre quando possível elucidava minhas dúvidas com atenção e cordialidade.

A Universidade Federal do Paraná, por me permitir usufruir das dependências para que pudessem ser realizadas as pesquisas deste trabalho.

A EMBRAPA Agroindústria de Alimentos - RJ, na pessoa do Sr. Humberto Ribeiro Bizzo que se prontificou a fazer as análises cromatográficas.

Aos meus colegas de trabalho, Lucimara, Luciane, Maria Emília, Mauren, Wilson, Cléia Maria, Rainério, Zézinho, Carlos, Virgínia que ajudaram no estímulo e companheirismo durante os trabalhos.

Aos professores da PGAPV, que aprimoraram meus conhecimentos em suas aulas.

Aos amigos que conquistei durante a jornada, Marcelle, Wanderlei, Jéssica, Beбето, Cinthia, Ana Lúcia, Lury, Vera, Paulo, Moeses e tantos outros pelos momentos de alegria, de estudo e amizade.

Aos estagiários do Laboratório de Ecofisiologia, Felipe, Guilherme, Idimar, Fernanda, Walter, Jéssica e outros pelas atividades, sem deixar a peteca cair.

DEDICO

A Deus, pela grandiosidade do dom da vida.

RESUMO

O capim limão, pertencente à família Poaceae, possui em suas folhas óleos essenciais com propriedades antiespasmódica, antibacteriana, antimicrobiana, antifúngica. O tomilho, pertence à família Lamiaceae e seu óleo essencial possui potencial de uso como condimento na culinária mundial, além de efeito adstringente, expectorante, digestivo, antiespasmódico, antitussígeno, antisséptico e antifúngico. Objetivou-se avaliar o efeito das temperaturas e períodos de secagem no teor e composição de óleos essenciais de *C. citratus* e *T. vulgaris*. O material vegetal de ambas as espécies foi coletado em Turvo-PR nos meses de março e abril de 2012, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições, comparando o efeito da temperatura (ambiente, 45 °C e 65 °C) e períodos de secagem (0, 6, 48, 72 e 96 horas) para o capim-limão e períodos de secagem (0, 6, 24, 48, 72 e 96 horas) para o tomilho. A extração de óleo essencial foi realizada por hidrodestilação com aparelho Clevenger modificado e a determinação do teor de umidade foi realizada a partir de 20 g de amostras de folhas que foram secas a 65°C. A composição do óleo essencial foi determinada por cromatografia em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massa (CG-EM). Os resultados demonstraram que a temperatura adequada para obtenção de óleo essencial de capim-limão foi em condições de ambiente durante 6 horas quando também obteve-se aproximadamente 83,5% de citral. Com o propósito de comercialização de biomassa seca, a temperatura de 45 °C durante 48 horas foi a mais apropriada pois apresentou nível satisfatório de citral (63,5%) e umidade abaixo do 10%. Para o tomilho, obteve-se para o timol e o carvacrol, 44,2% e 21,2% respectivamente a temperatura ambiente e um teor de óleo essencial de 5,75 $\mu\text{L g}^{-1}$ ms.

Palavras-chave: Planta medicinal, aromática, método de secagem, citral, timol, carvacrol.

ABSTRACT

The lemon grass, belongs to the family Poaceae, and has essential oil in the leaves with antispasmodic, antibacterial, antimicrobial, antifungal properties. Thyme, belongs to the family Lamiaceae and its essential oil has potential as a condiment around the world, besides the astringent effect, expectorant, digestive, antispasmodic, antitussive, antiseptic and antifungal. This study aimed to evaluate the effect of drying temperature and time on the essential oil yield and composition of *C. citratus* and *T. vulgaris*. The plant material of both species was collected in Turvo - PR in March and April 2012, respectively. The experimental design was completely randomized with 3 replications, comparing the effect of temperature (environment, 45 °C and 65 °C) and drying periods (0, 6, 48, 72 and 96 hours) for lemongrass and drying periods (0, 6, 24, 48, 72 and 96 hours) for thyme. The essential oil extraction was obtained by hydrodistillation in a modified Clevenger apparatus. The determination of the moisture content was performed from 20 g of leaf samples which were dried at 65 °C. The essential oil analysis was carried out by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS). The results showed that the best condition for essential oil production was at environmental conditions during 6 hours when approximately 83.5% of citral was also obtained. For the purpose of dry mass production, the temperature of 45 °C during 48 hours was more appropriate as it resulted in suitable level for citral (63.5%) and moisture content below 10%. For thyme, obtained for thymol and carvacrol, 44.2% and 21.2% respectively at room temperature and a content of essential oil from 5.75 $\mu\text{L g}^{-1}$ ms.

Keywords: Medicinal plant, aromatic, drying method, citral, thymol, carvacrol.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ILUSTRAÇÃO DE <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf (capim limão).....	17
FIGURA 2: PLANTA DO <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf (capim-limão).....	17
FIGURA 3: ILUSTRAÇÃO DE <i>Thymus vulgaris</i>	18
FIGURA 4: PLANTA DO <i>Thymus vulgaris</i> L. (tomilho) EM FLORAÇÃO.....	18
FIGURA 5: TEORES MÉDIOS DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE TOMILHO SECAS AO AMBIENTE, A 45°C E 65 °C. CURITIBA-PR, 2012.....	30
FIGURA 6: TEORES MÉDIOS DE UMIDADE DE FOLHAS DE TOMILHO SECAS AO AMBIENTE, A 45°C E 65 °C. CURITIBA-PR,	31
FIGURA 7: TEORES MÉDIOS DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE CAPIM-LIMÃO SECAS AO AMBIENTE, A 45°C E 65 °C. CURITIBA-PR, 2012.....	48
FIGURA 8: TEORES MÉDIOS DA UMIDADE DE FOLHAS DE CAPIM-LIMÃO SECAS AO AMBIENTE, A 45°C E 65 °C. CURITIBA-PR, 2012.....	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PORCENTAGEM DOS COMPONENTES DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Thymus vulgaris</i> EXTRAÍDOS POR HIDRODESTILAÇÃO EM DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM, CURITIBA 2012.....	33
TABELA 2 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE CAPIM-LIMÃO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE SECAGEM, CURITIBA-PR, 2012.....	50
TABELA 3 – MÉDIAS DE INTERAÇÃO DO TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE CAPIM-LIMÃO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE SECAGEM, CURITIBA 2012.....	50
TABELA 4 – REGRESSÃO NA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE CAPIM-LIMÃO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE SECAGEM, CURITIBA 2012.....	51

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: SELEÇÃO DAS FOLHAS E ELIMINAÇÃO DE IMPUREZAS DO <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf . CURITIBA-PR, 2012.....	52
ANEXO 2: BIOMASSA DO <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf EM SECADOR CURITIBA-PR, 2012.....	52
ANEXO 3: BIOMASSA PARTICULADA DO <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf SENDO ACONDICIONADA EM BALÕES CURITIBA-PR, 2012.....	53
ANEXO 4: SISTEMA DE HIDRODESTILAÇÃO TIPO CLEVINGER. CURITIBA-PR, 2012.....	53
ANEXO 5: ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO APÓS HIDRODESTILAÇÃO . CURITIBA-PR, 2012.....	54

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
DEDICO	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE ANEXOS.....	9
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA....	15
2.1. PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES.....	15
2.2. ÓLEOS ESSENCIAIS	19
2.3. SECAGENS DE PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES.....	21
3. CAPÍTULO II - TEOR E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Thymus vulgaris</i> L., APÓS DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE SECAGEM	24
3.1. INTRODUÇÃO	26
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.2.1. Coleta e preparação do material.....	27
3.2.2. Extração do óleo essencial	28
3.2.3. Cromatografia.....	28
3.2.4. Delineamento experimental	29
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.3.1. Teor de óleo essencial.....	29
3.4. CONCLUSÕES.....	34
4. TEOR E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS E CONDIÇÕES DE SECAGEM	37
4.1. INTRODUÇÃO	39
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	40

4.2.1.	Material vegetal e condições experimentais	40
4.2.2.	Extração do óleo essencial	40
4.2.3.	Análise dos constituintes do óleo essencial.....	41
4.2.4.	Delineamento experimental e análise estatística.....	42
4.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.4.	CONCLUSÃO.....	44

1. INTRODUÇÃO GERAL

O uso de plantas medicinais e de seus produtos têm levado ao crescimento do mercado mundial estimado em 10 a 20% ao ano. As principais razões que impulsionaram esse grande crescimento nas últimas décadas foram a valorização de uma vida de hábitos mais saudáveis, os efeitos colaterais dos medicamentos sintéticos e a descoberta de novos princípios ativos nas plantas e também a comprovação científica e eficácia dos fitoterápicos. A estimativa do mercado mundial para medicamentos é de US\$ 300 bilhões/ano, sendo US\$ 20 bilhões derivados de substâncias ativas de plantas medicinais, além dos preços, que de maneira geral, é mais acessível à população com menor poder aquisitivo (PEREIRA & LOPES, 2006).

O Brasil teve um crescimento na importação de óleos essenciais e resinóides; produtos de perfumaria ou de toucador nos últimos quatro anos, em 2008 foi de US\$ 433.128,648 e em 2012 foi de US\$ 940.453,257. Já a exportação destes produtos ficou no ano de 2008 em US\$ 618.756,179 passando para US\$ 776.267,546 em 2012 (TRADENOSIS, 2013). A estimativa do mercado nacional de medicamentos é de aproximadamente US\$ 8 bilhões/ano, com os derivados de plantas medicinais correspondendo a US\$ 1,5 bilhão desse total. O Paraná é responsável por 90% da produção brasileira de plantas medicinais cultivadas (CORREA JUNIOR, 2006). São 15 mil toneladas por ano, retiradas de uma área de três mil hectares, com a participação de 1.100 agricultores familiares na atividade (REPARTE, 2012). O mercado mundial de 'produtos naturais' (derivados de plantas, óleos essenciais, chás, temperos, etc.) envolve cifras de US\$ 60 bilhões US\$ / ano e a demanda é crescente, cerca de 7% ao ano segundo estimativas da ONU. Movimentando cerca de 400 mil toneladas / ano, envolvendo 3 mil espécies, sendo que 900 destas espécies são cultivadas ou estão em processo de domesticação (EMATER, 2012).

Óleos essenciais são matérias-primas utilizadas pela indústria de perfumaria, que ocupa 14% do mercado de cosméticos no Brasil, produtos de limpeza e pela indústria de alimentos. O volume de produção e consumo de óleos essenciais é uma grande parte devido à indústria brasileira de cosméticos que aumentou seu faturamento de R\$ 4,9 bilhões (1996) para R\$ 21,7 bilhões em 2008 (ABIHPEC, 2009).

Dentre as plantas aromáticas cultivadas no Paraná, destaca-se o capim-limão *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. Esta planta, atualmente, encontra-se entre os 10 componentes do grupo dos produtos de especiarias de maior importância socioeconômicas e financeiras para as comunidades agrícolas paranaenses. No Brasil as plantas aromáticas são importadas para a produção de cosméticos e medicamentos, tendo em vista que a oferta é irregular, além da baixa qualidade dos produtos nacionais (RADUNZ, 2006).

Para reverter essa situação são necessários incentivos para a produção e pesquisas em toda a cadeia produtiva. Dentre os fatores que afetam a produção, a secagem merece atenção especial, pois se caracteriza como uma das principais formas para regular a oferta e manter a qualidade após a colheita.

Os óleos essenciais extraídos das plantas aromáticas possuem aplicação na área de medicamentos, de aromatizantes e de cosméticos. São armazenados em diferentes órgãos na planta, como flores, folhas, cascas, rizomas e frutos (WOLFFENBUTTEL, 2010). A síntese e armazenamento ocorrem em estruturas secretoras internas especializadas, tais como células parenquimáticas diferenciadas, as bolsas esquizógenas ou lisígenas, nos canais oleíferos e também em estruturas externas como tricomas glandulares que se localizam na superfície das folhas (SIMÕES *et al.*, 2000). Em capim-limão o óleo essencial encontra-se internamente nas células parenquimáticas, já no tomilho encontram-se nos tricomas glandulares.

A espécie *C. citratus*, é uma planta muito conhecida com nomes vulgares de erva cidreira, capim-limão e capim-santo. Por ter seu aroma muito parecido ao limão, é muito usado na culinária asiática (BRIAN & IKHLAS, 2002). A sua eficiência antiespasmódica, analgésica, bactericida, inseticida, inibitória do crescimento de fungos e antimutagênica, tem sido motivo de muitas pesquisas (MARTINS *et al.*, 2004). O óleo essencial, um dos mais importantes e conhecido internacionalmente como *lemongrass*, tem como componentes o geraniol, o farnesol, o citronelol, o mirceno, o neral o geranial como constituintes principais (BRITO *et al.*, 2011). Segundo a Farmacopéia Brasileira, o capim-limão é constituído de, no mínimo, 0,5% de óleo volátil contendo 60% de citral (ANVISA, 2010).

O tomilho (*Thymus vulgaris* L.), planta medicinal aromática, tem como componentes do óleo essencial, o mirceno, o borneol, o p-cimeno, o γ -terpineno, o linalol, o trans-cariofileno, sendo o timol e o carvacrol, os majoritários em sua

composição (JAKIEMIU, 2008). Tem o timol como agente bactericida, antibacteriano, antifúngico e pesticida (SOKOVIC *et al.*, 2009).

A secagem é o processo comercial mais utilizado para a preservação da qualidade dos produtos agrícolas. Consiste na remoção de grande parte de água contida na biomassa vegetal logo após a colheita, num nível máximo de teor de água no qual possa ser armazenado por períodos prolongados, sem que ocorram perdas significativas por processos oxidativos e ataques de microorganismos (ASSIS, 2012). Estes agentes (microorganismos e agentes oxidantes) degradam o tecido e influenciam diretamente na qualidade do produto, reduzindo a potencialidade que a planta oferece em seu estado in natura. Após a colheita, os processos metabólicos da planta não cessam e a deterioração por enzimas oxirredutoras (peroxidases e polifenoloxidasas) é uma constante. Para a secagem, conforme a espécie, as partes frescas colhidas devem ser preparadas, visando aumentar a eficiência.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar temperaturas e períodos de secagem para *C. citratus* (capim limão) e *T. vulgaris* (tomilho), em relação ao teor e composição química dos óleos essenciais destas espécies.

2. CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES

A cura de doenças pela ingestão de plantas medicinais talvez tenha sido uma das primeiras formas de utilização dos produtos naturais (VIEGAS *et al.*, 2006). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente 80% da população mundial faz uso das plantas medicinais como forma de acesso aos cuidados básicos de saúde (WITAICENIS, 2006).

Planta medicinal refere-se às espécies que apresentam em um de seus órgãos ou em toda a planta substâncias com propriedades terapêuticas ou que seja ponto de partida na síntese de produtos químicos ou farmacêuticos, segundo a OMS (SILVA & CASALI, 2000). A utilização de plantas medicinais, aromáticas e condimentares (PMACs) representa grande importância para a manutenção da saúde das pessoas (ROTA, 2011). O uso das plantas é uma forma de terapia medicinal que vem crescendo notavelmente nesses últimos anos. Este crescimento está também associado aos avanços científicos envolvendo estudos químicos e farmacológicos de plantas medicinais voltados à obtenção de novos compostos com propriedades terapêuticas (WITAICENIS, 2006).

Desta forma, a produção de PMACs tem se mostrado uma importante alternativa aos cultivos agrícolas tradicionais (MONTEIRO, 2009). Diversas PMACs são cultivadas e comercializadas no Brasil e no mundo. Dentre elas destacam-se o capim-limão (*C. citratus*) e o tomilho (*T. vulgaris*). O capim-limão está entre as espécies reconhecidas como produtoras de óleo essencial cultivadas no Brasil está perfeitamente aclimatada (NEGRELLE & GOMES, 2007). Popularmente no Brasil suas folhas são usadas em forma de chás e tem ação antiespasmódica, analgésica, anti-inflamatória, antipirética, diurética e sedativo (CARLINI *et al.*, 1986). O seu óleo essencial é amplamente utilizado pelas indústrias de perfumes e cosméticos (FERREIRA & FONTELES, 1989) FIGURAS 1 e 2. Recentemente o óleo essencial de capim-limão tem sido foco de estudos no combate ao câncer e AIDS (PUATANACHOKCHAI *et al.*, 2002; WRIGHT *et al.*, 2009).

Mais recentemente, o estudo das PMACs está sendo abordado também sob o enfoque agrícola, servindo como alternativa de produção para pequenos, médios e

grandes produtores, sendo essencial agregar valor para a grande demanda da indústria de fármacos de fitoquímicos e de alimento. Já existem na região Sul do Brasil, cooperativas de pequenos produtores de plantas medicinais, em especial produtores de camomila, que estão colocando seu produto no mercado interno e em alguns países do Mercosul, dentro dos melhores padrões de qualidade (MARTINS, 2000).

O *T. vulgaris* L. é uma planta medicinal, aromática e condimentar, popularmente conhecida como tomilho, pertencente à família Lamiaceae, originária da Europa e cultivada no sul e sudeste do Brasil (ROCHA, 2011). Suas folhas são empregadas na culinária como condimento. Esta planta também é utilizada na indústria de perfumes e como aromatizante natural de bebidas como licores. O timol, componente de seu óleo essencial, é importante ingrediente de produtos de higiene pessoal, como cremes dentais. Contudo, é tradicionalmente utilizado na medicina popular como adstringente, expectorante, digestivo, antiespasmódico, antitussígeno, antisséptico e antifúngico. FIGURA 3 e 4

Diferentes extratos dos óleos essenciais do tomilho foram estudados detalhadamente em relação as suas propriedades farmacológicas e trouxeram contribuições significativas para as indústrias (principalmente como aditivo alimentar). Além de seus numerosos usos tradicionais, a planta e seu óleo essencial encontraram diversas aplicações na indústria de fitofármacos (LORENZI & MATOS, 2002). O timol e o carvacrol são os componentes majoritários do óleo essencial de tomilho e estão relacionados diretamente com as atividades biológicas.

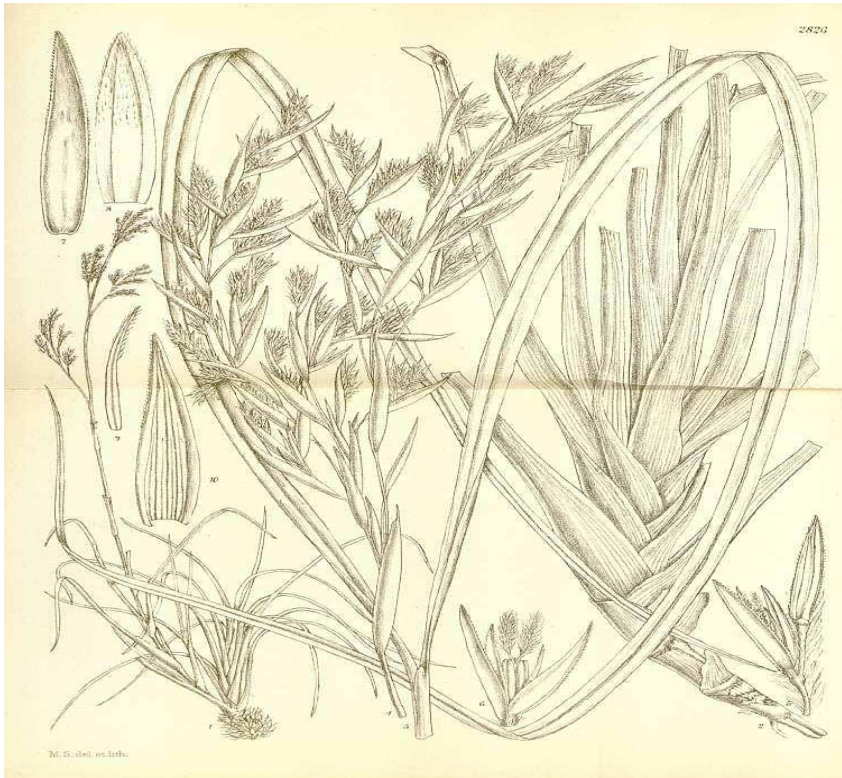


FIGURA 1 – *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (capim-limão)



FIGURA 2 – *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (capim-limão).



FIGURA 3 – Ilustração de *Thymus vulgaris* L. (tomilho).

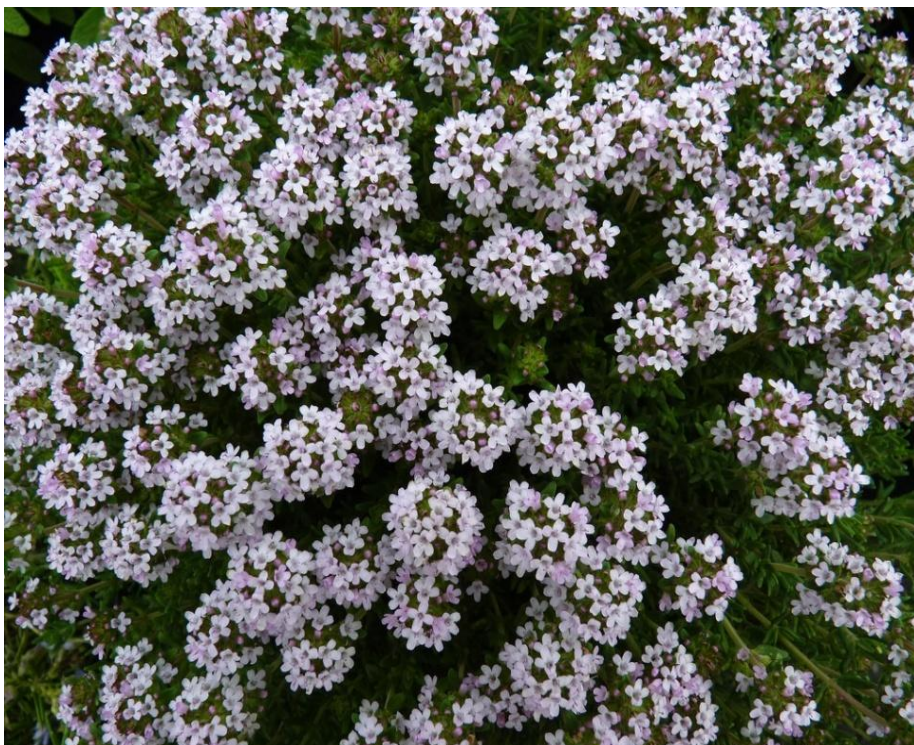


FIGURA 4 – *Thymus vulgaris* L. (tomilho)

2.2. ÓLEOS ESSENCIAIS

Óleos essenciais são compostos voláteis produzidos por espécies aromáticas que conferem defesa contra herbívoros, fungos e bactérias, bem como atração de polinizadores (SIMÕES & SPITZER, 2003). São elementos líquidos e odoríferos que existem nas plantas aromáticas (WILWOOD, 1991). Os maiores responsáveis pelo aroma dos óleos essenciais são os compostos oxigenados representados por aldeídos, alcoóis, ésteres, éteres e cetonas. A quantidade total de aldeído nesses óleos é usada para medir sua qualidade (SILVA *et al.*, 1997). O aroma agradável e intenso presente na maioria dos óleos voláteis fazem com que estes sejam chamados de essências. Eles também são solúveis em solventes orgânicos pouco polares, como éter, recebendo, por isso, a denominação de óleos etéreos ou, em latim, *aetheroleum* (RADÜNZ, 2004).

As características sensoriais podem ser dadas pelos componentes majoritários; em alguns casos, são outras substâncias presentes que lhe definem o sabor, o aroma ou as propriedades terapêuticas (ARAÚJO, 2004). A principal característica dos óleos essenciais é a volatilidade, diferenciando-se dos óleos fixos, que são misturas de substâncias lipídicas obtidas de grãos, por exemplo, de soja, mamona e girassol (JAKIEMIU, 2008). A ocorrência é variável nas espécies, podendo estar presentes em flores, folhas, cascas, tronco, raízes, rizomas, frutos ou sementes e são extraídos por diferentes métodos, como arraste de vapor, hidrodestilação, prensagem e/ou solventes (SIMÕES & SPITZER, 2003). Os óleos essenciais são provenientes do metabolismo secundário sendo localizados em diferentes estruturas como células parenquimáticas diferenciadas e nas bolsas esquizógenas ou lisígenas e nos canais oleíferos que são estruturas internas e nos tricomas glandulares que são externos.

A síntese dos compostos dos óleos essenciais se dá a partir da derivação química de terpenóides, originados do ácido mevalônico, ou de fenilpropanóides, provenientes do ácido chiquímico (GUENTHER, 1977 e SIMÕES *et al.*, 2000). Os óleos essenciais mais conhecidos e utilizados são constituídos basicamente por duas classes de compostos, os terpenos e fenilpropanóides, sendo os terpenos mais abundantes. Os monoterpenos e sesquiterpenos são os principais terpenóides encontrados com cadeias de 10 e 15 carbonos, respectivamente (LOPES, 1997). Os sesquiterpenos ocorrem geralmente junto aos monoterpenos em óleos essenciais,

mas em quantidades menores (ROCHA, 2011). Sua acumulação nas plantas superiores ocorre em estruturas secretoras especializadas, as glândulas de óleo, geralmente são menos voláteis e tem propriedades menos importantes dos que os monoterpenos, mas podem influenciar delicadamente no odor dos óleos essenciais onde ocorrem (WATERMAN, 1993). Os compostos muito comuns em plantas medicinais tais como, timol, citral, linalol, cânfora, carvacrol e outros são monoterpênicos com amplo uso na indústria de cosméticos de alimentos, além de apresentarem importantes propriedades farmacológicas (SIMÕES & SPITZER, 2003). A produção de óleos essenciais tem expandido por todo o mundo, sendo amplamente utilizado para fins terapêuticos contra várias doenças. Até então tem sido estabelecido, cientificamente, que cerca de 60% dos óleos essenciais possuem propriedades antifúngicas e 35% exibem propriedades antibacterianas (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Os óleos essenciais são utilizados como matéria prima nas indústrias de alimentos, aromatizantes, em perfumes e produtos farmacêuticos e possuem também importância na fabricação de produtos de higiene e limpeza e ainda na agricultura para controle biológico de pragas e doenças (BRUNETON, 1991; SACCHETTI *et al.*; 2005; SOUZA *et al.*; 2010). Os países em desenvolvimento são as principais fontes de óleos brutos, devido à existência de políticas de incentivos à diversificação da produção e, também, no incremento do volume de exportações ou redução de importações, procurando equilibrar a balança comercial (VERLET, 1993). Segundo a “United Nations Commodity Trade Statistics Database”, citada por Bizzo *et al.* (2009), o mercado mundial de óleo essencial gira em torno de US\$ 15 milhões/ano, apresentando crescimento aproximado de 11% por ano.

O Brasil tem lugar de destaque na produção de óleo essencial, ao lado da Índia, China e Indonésia, que são considerados os quatro grandes produtores mundiais. A posição do Brasil deve-se aos óleos essenciais de cítricos (laranja, limão e lima), que são subprodutos da indústria de sucos. No ano de 2004 o Brasil exportou 5% do total de óleos importados pela União Europeia e encontra-se entre os grandes exportadores internacionais. Os maiores consumidores de óleo essencial no mundo são os EUA (40%), a União Européia (30%), sendo a França o país líder em importações e o Japão (7%), ao lado do Reino Unido, Alemanha, Suíça, Irlanda, China, Cingapura e Espanha. As importações de óleos essenciais pelos EUA, no período de 2004-2007, perfizeram um total de cerca de US\$ 9.432 milhões, de

acordo com os dados da FAS (Foreign Agriculture Service) sendo o percentual de exportação 50% menor. Os principais exportadores de óleo essencial para os EUA, no mesmo período, foram Índia, França, Argentina, Brasil, México, Canadá e Irlanda, sendo o Brasil o quarto do ranking, contribuindo principalmente com óleo essencial de cítricos, com destaque para o óleo essencial de laranja (BIZZO *et al.*, 2009). O Brasil é o terceiro maior exportador de óleos essenciais, sendo que 91% consistem em óleo essencial de cítricos, principalmente o da laranja (80%) (SOUZA *et al.*, 2010).

2.3.SECAGENS DE PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES

A secagem permite a conservação das plantas mantendo suas características físicas e químicas e deve ser realizada corretamente para preservar as características de cor, aroma e sabor do material colhido (BRASIL, 2006). No caso de espécies aromáticas, a secagem deve ser cuidadosa devendo-se considerar a estrutura de armazenamento e características voláteis dos constituintes dos óleos essenciais (CORREA *et al.*, 2004). Segundo HERTWIG (1986) a alta sensibilidade do princípio biologicamente ativo e sua preservação no produto final são os maiores problemas do processo de secagem e armazenamento de plantas medicinais e aromáticas.

Pesquisas têm demonstrado que o teor e composição do óleo essencial são afetados pelo método de secagem e armazenamento, principalmente devido às características voláteis. O teor e a composição do óleo essencial dependem também de outros fatores tais como os genéticos, climáticos, edáficos, ciclo vegetativo, além de outros como horário de coleta das plantas, a altitude e a latitude (GOBBO-NETO *et al.*, 2007; MORAIS, 2009).

A secagem de plantas, aromáticas tem uma função muito importante no processo de beneficiamento das mesmas, que é a retirada da água livre dos tecidos das plantas, inativando enzimas oxirredutoras (peroxidases e polifenoloxidas) responsáveis pela degradação dos princípios ativos e preservando a qualidade do produto (CORRÊA JUNIOR *et al.*, 2006).

A secagem deve ser realizada até a planta atingir de 8 a 12% de água, conforme a espécie e parte da planta. Com essa umidade podem-se armazenar a maioria das espécies sem que ocorra deterioração ou perda substancial de seus componentes, incluindo os óleos essenciais (BRASIL, 2006).

Os métodos de secagem podem ser naturais ou artificiais. No método natural a secagem é feita no próprio local de cultivo, embora tenha como desvantagem as condições climáticas em relação à temperatura e a umidade que neste caso não são controlados e podem interferir diretamente na qualidade da biomassa vegetal. Com o uso de secadores, com ou sem ar forçado este método artificial a vantagem é a redução do tempo necessário em relação à secagem natural (CORRÊA JUNIOR *et al.*, 2006).

No método natural, a secagem é mais lenta e recomenda-se que seja realizado à sombra, em local ventilado, protegido de poeira e do ataque de insetos e outros animais. As plantas secas tem seu teor de umidade em equilíbrio com a umidade relativa do ambiente (PLANTAMED, 1999).

A secagem artificial consiste em manter ventilação e temperatura constantes por determinados períodos, sendo utilizados sistemas de programação tanto para a temperatura quanto para a velocidade do ar de circulação. O período de secagem depende do fluxo de ar, da temperatura e da umidade relativa do ar. Quanto maiores as temperaturas e o fluxo de ar, mais rápida será a secagem. A temperatura de secagem é determinada pela sensibilidade dos princípios ativos da planta (ASSIS, 2012).

A biomassa vegetal submetida à secagem pode ser constituída de folhas, flores, botões florais, frutos, casca, raízes e tubérculos (CRAVEIRO *et al.*, 1981). Por ser a secagem um dos processos de grande importância, o período de secagem pode afetar a qualidade do material por isso não deve ser nem muito rápido nem muito lento (SILVA & CASALI, 2000). Quando o processo é muito rápido, pode ocorrer a volatilização dos compostos presentes na planta, como também degradar os princípios ativos da mesma. Caso o processo seja lento pode propiciar o aparecimento de microorganismos indesejáveis (fungos e bactérias). Portanto, é muito importante que seja considerada a velocidade com que a água é retirada da planta durante a secagem (SILVA & CASALI, 2000). As substâncias constituintes dos óleos essenciais podem ser influenciadas quando expostas as diferentes condições de temperatura do ar de secagem, em função de suas propriedades

físico-químicas (BORSATO *et al.*, 2007). Segundo MELO *et al.*, (2004), a quantidade do princípio ativo extraído da planta é afetado pela temperatura do ar de secagem.

Segundo MULLER & MUHLBAUER (1990), o aumento na temperatura de secagem de camomila (*Chamomilla recutita*), de 30 °C a 50 °C reduziu o tempo de secagem de 52 para 3,5 horas, porém resultou em decréscimo no teor de óleo essencial de 15 a 25% independentemente da temperatura empregada.

DEANS & SVOBODA (1992) empregaram temperaturas do ar de secagem entre 40 e 100 °C, durante 24 horas, para manjerona (*Origanum manjorana* L.), manjerição (*Ocimum basilicum* L.), artemísia (*Artemisia draculculus* L.), sálvia (*Salvia officinalis* L.), satureja (*Satureja hortensis* L.), tomilho (*Thymus vulgaris* L.) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e a quantidade extraída de óleo essencial foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura do ar de secagem. Não houve mudanças significativas na composição do óleo essencial em tomilho e manjerição.

Na secagem de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) realizada com o sistema de secagem com alta temperatura em tempo reduzido (SATTR) nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C e com curtos espaços de tempo (5, 10, 15 min). ROCHA (2011), concluiu que os melhores resultados foram obtidos quando a temperatura do ar de secagem foi 60 °C, pois, apresentou maior rendimento na extração de óleo essencial, sem afetar o perfil cromatográfico, ou seja, sem influenciar sua qualidade (ROCHA, 2011). Para o *T. vulgaris* as folhas foram submetidas à secagem utilizando ar aquecido a 30, 40, 50, 60 e 70 °C para avaliação da qualidade de seu óleo essencial comparado com a planta in natura. O teor de óleo essencial dos tratamentos de secagem SATTR não diferenciou estatisticamente da secagem a 50 °C, entretanto para todos os tratamentos de secagem houve redução da qualidade do óleo essencial comparando com a planta in natura. Segundo ROCHA (2011), secagem com o método SATTR a 60 °C e 70 °C por 15 minutos, 80 °C e 90 °C por 10 minutos e de 100 °C por 5 minutos se obtém maior concentração de citral. Para a secagem do tomilho a temperatura indicada foi a 50 °C.

VENSKUTONIS (1997) estudou o efeito da secagem sobre os constituintes voláteis de tomilho (*Thymus vulgaris* L.) e constatou uma redução de 43% na quantidade de compostos isolados quando submetidos à secagem em estufa a 60 °C comparados à planta fresca.

3. CAPÍTULO II - TEOR E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Thymus vulgaris* L., APÓS DIFERENTES TEMPERATURAS E PERÍODOS DE SECAGEM

RESUMO

O *Thymus vulgaris* L. é uma planta da família Lamiaceae que compreende 150 gêneros, com cerca de 2800 espécies distribuídas em todo o mundo. No Brasil, o *T. vulgaris* é cultivado na região Sul e Sudeste. Planta perene, subarborescente, ereta, muito aromática, nativa do Mediterrâneo e utilizada extensivamente na culinária devido às características aromáticas e de sabor. Também apresenta atividades antimicrobianas, carminativa, antifúngica, antibacteriana e expectorante devido à presença de óleo essencial produzido e armazenado em tricomas glandulares. O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor e composição do óleo essencial de *T. vulgaris* em temperaturas e períodos de secagem. O material vegetal foi obtido junto a Coopaflores, Turvo, PR, no mês de março de 2012. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado, por um período de 2 horas e 30 minutos. As amostras foram submetidas a análise por cromatografia em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x6, comparando temperaturas (ambiente, 45 °C e 65 °C) e períodos (0, 6, 24, 48, 72 e 96 horas) de secagem. As médias foram submetidas à análise de variância e as médias foram comparadas pela análise de regressão. O teor de óleo essencial após a secagem em condições de ambiente manteve-se em aproximadamente 0,5% nos diferentes períodos. Na análise da composição do óleo essencial de tomilho, observou-se que os componentes majoritários timol e carvacrol também apresentaram valores elevados após a secagem em condições de ambiente.

Palavras chaves: Plantas medicinais e aromáticas, timol, carvacrol, geraniol.

ABSTRACT

Thymus vulgaris L. belongs to Lamiaceae family which has 150 genera and about 2800 species distributed worldwide. In Brazil, this species is grown in the South and Southeast regions. Perennial sub shrub, erect, very aromatic and native from the Mediterranean, is extensively used in culinary because of its aromatic and flavour characteristics. It also presents antimicrobial, carminative, antifungal, antibacterial and expectorant properties due the essential oil produced and stored in glandular trichomes. The aim of this work was to evaluate the essential oil yield and composition of *T. vulgaris* using different temperatures and drying conditions.. The plant material was obtained from Coopaflores, Turvo, PR, in March 2012. The experimental design was a completely randomized design in a 3x6 factorial comparing temperature (ambient, 45 °C and 65 °C) and drying (0, 6, 24, 48, 72 and 96 hours) conditions. The essential oil extraction was performed by hydrodistillation using a modified Clevenger apparatus during 2 hours and 30 minutes. The samples were analyzed by gas chromatography coupled to a mass spectrometer. The data were submitted to analysis of variance and the averages were compared by regression analysis. The essential oil yield after drying at environment conditions was approximately 0,5% at different times. It was observed by the analysis of the essential oil composition that timol and carvacrol also presented high levels after drying at this conditions.

Key words: Medicinal and aromatic plants, thymol, carvacrol, geraniol.

3.1.INTRODUÇÃO

A espécie *Thymus vulgaris* L., pertencente à família Lamiaceae, é um subarbusto perene, ereto, ramificado, entouceirado, de 20 a 30 cm de altura, com folhas pequenas, opostas, com ramos levemente cobertos por pelos brancos de formas variadas e com flores pequenas de cor esbranquiçadas, reunidas em inflorescências espigadas axilares (LORENZI & MATTOS, 2008).

O *tomilho* possui aplicações, desde a culinária até a medicina fitoterápica. Atualmente, três espécies do gênero são usadas como tempero, o tomilho-poêjo (*Thymus pulegioides* L.), o tomilho-limão (*Thymus x citriodorus* (Pers.) Schreb) e o tomilho (*Thymus vulgaris* L.), que é cultivado no Paraná e no interior de São Paulo e comercializado no mercado brasileiro. Várias outras espécies usadas como condimentos pertencem a essa família e dentre elas destacam-se a salvia (*Salvia officinalis* L.), manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.), manjerona (*Origanum majorana* L.) entre outras (PORTES & GODOY, 2001; MEWES *et al.*, 2008).

O tomilho possui propriedades medicinais tais como espasmolíticas, antifúngicas, antissépticas e digestivas. Além de uso condimentar, pode ser empregado na forma de chá através da decocção das folhas. Por ser uma planta aromática têm em seu sabor um leve amargor picante com aroma canforáceo, sendo empregado na culinária como condimentos em carnes, massas, verduras e legumes. Constituintes químicos com atividade antioxidante (com capacidade de desativar radicais livres), encontrados em altas concentrações em plantas de tomilho determinam seu considerável papel na prevenção de várias doenças crônicas degenerativas, como o câncer e a doença de Alzheimer (HU & WILLETR, 2002).

Esta espécie adapta-se às regiões secas, áridas, expostas ao sol e solos arenosos e calcários; e com baixa fertilidade, porém deve-se evitar umidade e solos compactos (CASTRO & CHEMALE, 1995). A colheita deve ser determinada visando à produção de biomassa para obtenção de melhor teor de óleo essencial. AMARAL *et al.*, (1999). Martins *et al.*, (1994) verificaram que a colheita no período matutino resulta em maior teor de óleo essencial. A secagem e a época da colheita são fatores que influenciam a concentração e a composição do óleo essencial, por isso, o momento da colheita pode alterar a concentração e a composição do óleo

essencial (MATOS, 1996). Alguns fatores que influenciam a concentração e a composição do óleo essencial são a secagem e a época da colheita.

O emprego mais popular do tomilho é na indústria de perfumes, aromatizantes de bebidas, em matéria prima de produtos de higiene pessoal. Como constituintes do óleo essencial de tomilho tem-se o carvacrol, timol, carvol, borneol, θ -cimeno, linalol e geraniol (LORENZI & MATOS, 2008). Em pesquisas realizadas constatou-se que o óleo essencial extraído das folhas de tomilho de cultivos paranaenses tem de 50% a 57% de timol, o que caracteriza sua boa qualidade, quando comparado a óleos analisados em países europeus (JAKIEMIU, 2008).

O timol é utilizado amplamente na indústria de bebidas e no tratamento tópico de problemas dermatológicos, em inalações para problemas respiratórios e em produtos de higiene bucal (CARMONA, 2002). Estudos fitoquímicos das várias fases de desenvolvimento das espécies e de fatores que afetam a produção tais como adaptação ao ambiente, época e horários de colheita, secagem e armazenamento, indicam a possibilidade de incremento na quantidade de substâncias ativas (OLIVEIRA, 1997).

Cumprindo as especificações técnicas durante a produção incluindo a colheita, secagem e extração de óleo essencial de forma a manter as características físicas e químicas adequadas, o produto chegará ao final da cadeia produtiva com maior valor comercial.

Tendo em vista o promissor mercado de plantas medicinais, aromáticas e condimentares e a necessidade de conhecimentos específicos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a melhor temperatura e período sobre o teor e composição do óleo essencial de tomilho.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Coleta e preparação do material

O material vegetal foi obtido junto à Coopaflores em abril de 2012, no município de Turvo, localizado na região centro-sul do Paraná, com clima subtropical e altitude 1040 m. A colheita foi realizada no período da manhã e as amostras foram acondicionadas em caixas de papelão para o transporte. A secagem ao ambiente foi

feita com a biomassa colocada sobre bancada de alvenaria e o monitoramento da umidade e temperatura do local foi realizado com uso de termohigrômetro marca Thermo Digital durante o período de 23 a 30 de abril de 2012. Durante este período a umidade relativa ficou em torno de 70% e a temperatura média em torno de 22 °C. Para a secagem a 45 °C e 65 °C da biomassa, os secadores usados foram da marca Nova Ética, com circulação de ar forçado.

3.2.2. Extração do óleo essencial

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecofisiologia da Universidade Federal do Paraná na cidade de Curitiba – PR. Amostras de 100 g de cada tratamento foram coletadas para extração de óleo essencial após cada período de secagem (0, 6, 24, 48, 72 e 96 horas). Para a extração do óleo essencial, utilizou-se o método de hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado, com 100 g de folhas pesadas em balança marca Marte capacidade de 3,2 kg e 1 litro de água destilada dentro de balão de fundo redondo de capacidade 2 litros, aquecido em manta aquecedora marca Logen (300 w) à temperatura de fervura, aproximadamente 100 °C, durante 2 horas e 30 minutos. A coleta das amostras de óleo essencial após a hidrodestilação foi realizada com micropipetas de precisão (10 a 1000 µL) marca LabMate Soft, sendo o mesmo centrifugado por 2 minutos a 2000 rpm em centrífuga marca Sigma. Os teores de óleo essenciais extraídos foram calculados a partir da determinação da densidade, sendo os valores corrigidos para massa seca, com a determinação da porcentagem da umidade de sub-amostras, com 20 gramas de biomassa por repetição.

3.2.3. Cromatografia

Para identificar e quantificar os componentes do óleo essencial das folhas de tomilho, as amostras foram submetidas à cromatografia em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massa (CG/SM) na Embrapa Agroindústria de Alimentos – Rio de Janeiro – RJ. O cromatógrafo utilizado foi da marca Agilent 7890 A, com detector de ionização por chama (FID), em operação a 250 °C em coluna HP% (30 m de comprimento, 25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme), utilizando-se de hidrogênio como gás de arraste (1,0 mL. min¹). Para cada amostra,

foi feita a injeção de 1,0 μL , em injetor aquecido entre 250 °C – 280 °C, operando no modo com divisão de fluxo (1:5). A programação de temperatura do forno, foi de 60 °C a 240 °C e uma taxa de aquecimento de 3 °C/min. Acoplados a um cromatógrafo, os espectros de massas foram obtidos empregando a mesma coluna cromatográfica, nas mesmas condições acima, utilizando Hélio como gás de arraste 91 mL/min. Foi utilizado ionização eletrônica a 70 eV. Fonte de ionização (70 eV) foi mantida a 220 °C, o analisador a 150 °C e a linha de transferência a 260 °C. Os índices de retenção lineares foram calculados a partir dos períodos de retenção dos componentes dos óleos essenciais e os de uma série homóloga de n-alcenos injetados na mesma coluna e com as mesmas condições de análise acima (VAN DEN DOOL & KRATZ, 1963).

3.2.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x6, sendo comparados três temperaturas de secagem (ambiente, 45 °C e 65 °C) e seis períodos de secagem (0, 6, 24, 48, 72 e 96 horas), onde o tempo 0 é considerado testemunha. As médias foram submetidas à análise de variância com auxílio do programa estatístico ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO, 2006). Utilizou-se o teste de Bartlett para testar a homogeneidade das variâncias e as médias foram submetidas a análise de regressão.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Teor de óleo essencial

A secagem de folhas de tomilho resultou em aumento do teor de óleo essencial nos diferentes métodos após 24 horas (FIGURA 5). Na secagem das folhas de tomilho ao ambiente por 24 horas, obteve-se um teor de óleo essencial de 5,68 $\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1}$ ms, como a diferença entre os valores obtidos com secagem a 45 °C durante

este período foram próximos, a secagem ao ambiente em condições de ambiente pode ser mais viável economicamente se o objetivo for obtenção do óleo essencial. Caso o destino da produção seja para o mercado de condimentos utilizando o produto in natura, a secagem a 45 °C durante 24 horas pode ser recomendada pois a redução dos níveis de umidade foi maior nesta condição comparada a secagem em condições de ambiente. Conforme a ISO 6754:1996, a porcentagem mínima de óleo essencial para o tomilho é de 1% para base seca. Neste trabalho, os valores obtidos no produto in natura após a colheita e após a secagem nos diferentes métodos não atingiram este teor, indicando que o material vegetal utilizado neste trabalho encontrava-se abaixo deste padrão. MORAIS, (2009) relata que a época de colheita tem influência direta no teor de óleo essencial. Conforme o horário, a condição climática e o processo vegetativo que a planta se encontra, pode-se obter mais ou menos quantidade de óleo essencial ou os componentes ativos podem ou não aparecer em grande, pequena quantidade ou nem mesmo apresentar alguma porcentagem de composição.

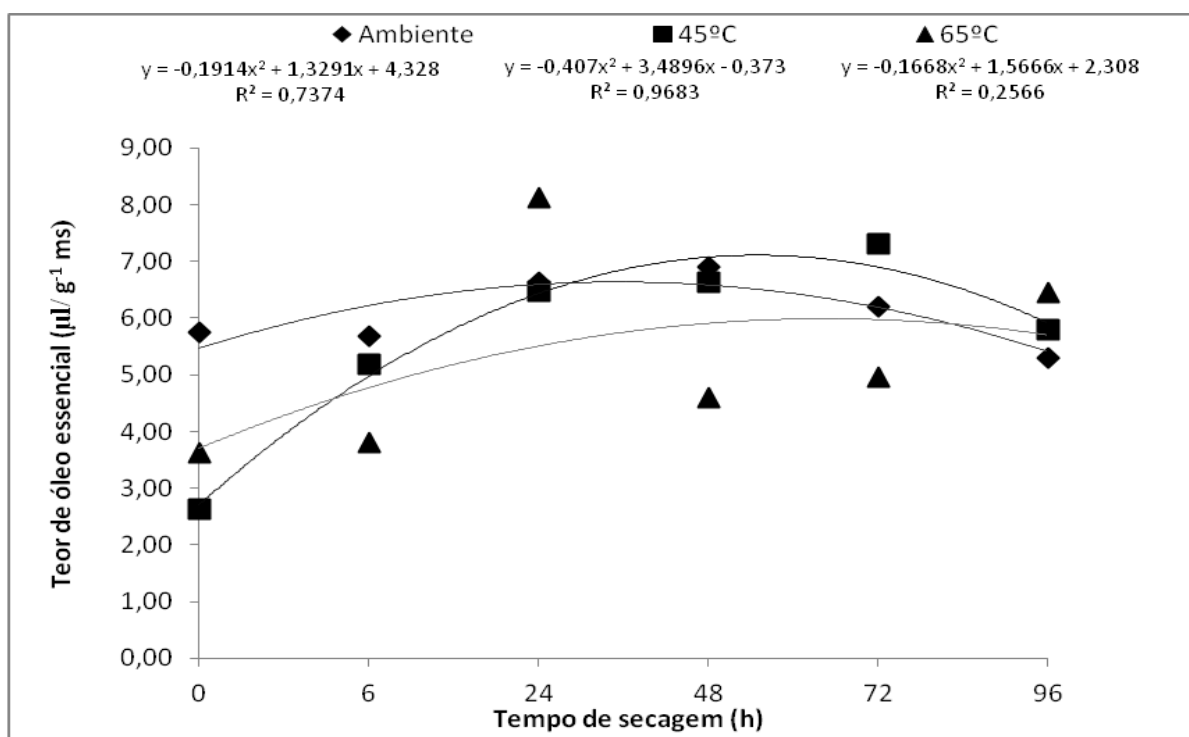


FIGURA 5: Teores médios de óleo essencial de folhas de tomilho secas ao ambiente, a 45 °C e 65 °C. Curitiba-PR, 2012

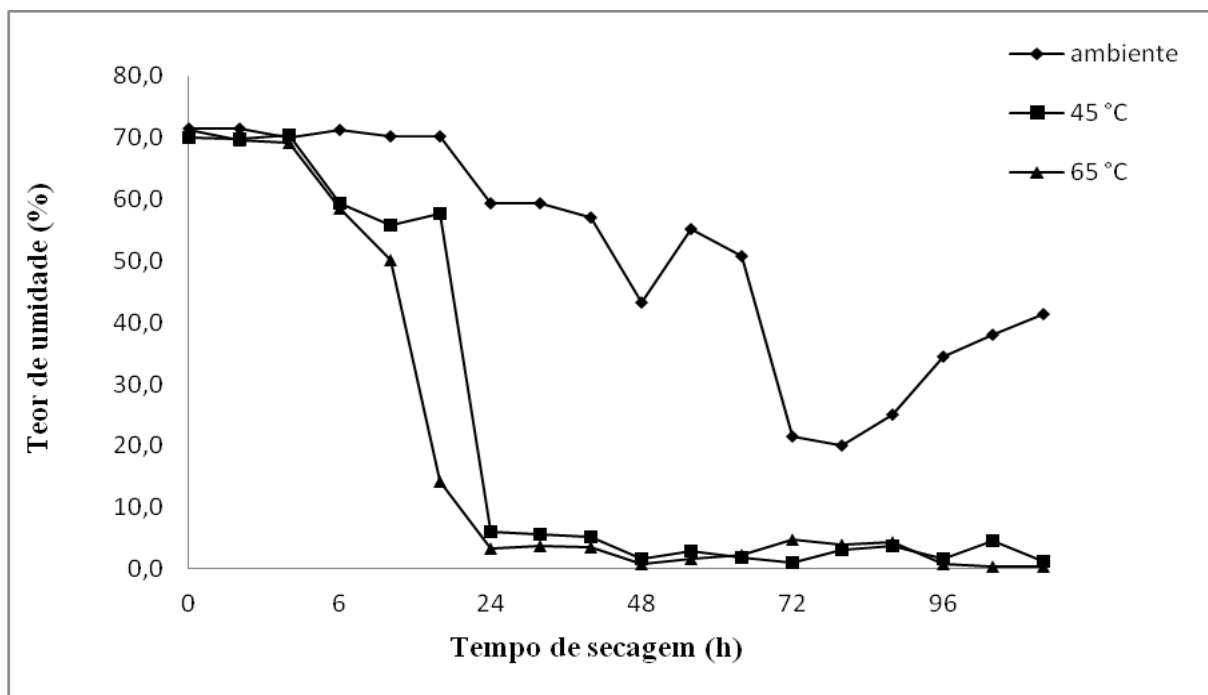


FIGURA 6: Teores médios de umidade de folhas de tomilho secas ao ambiente, a 45 °C e 65 °C. Curitiba-PR, 2012.

Na análise da composição do óleo essencial de tomilho, observou-se que os componentes majoritários timol e carvacrol apresentaram valores superiores a 80% após a secagem em ambiente durante 96 horas. Isto indica que este método de secagem, além de resultar em maior teor de óleo essencial, se prolongado resulta em produto de maior qualidade. O timol é considerado o principal componente do tomilho para a indústria, quanto maior for a sua concentração, maior será sua qualidade e valor do óleo essencial (JAKEMIUI, 2008). VENSKUTONIS (1997) estudando o efeito de secagem de tomilho (*Thymus vulgaris* L.), com a técnica "Headspace" dinâmico e destilação em aparelho de Likens-Nickerson, obteve 3% de carvacrol, valor bem inferior ao obtido neste experimento que foi de 21,2% (TABELA 1). JAKEMIUI (2008), hidrodestilando tomilho em aparelho Clevenger modificado, obteve 20,62% de carvacrol, valores semelhantes aos obtidos neste trabalho que foi de 22% em média. Para o timol, a porcentagem ficou em média 44,2% valores bem superiores aos obtidos por JAKEMIUI (2008) de 8,45% e próximo dos valores que obteve VENSKUTONIS (1997) que foi de 48%. Estas diferenças podem ser atribuídas aos quimiotipos das plantas, bem como as condições de cultivo e a

região. O nível do constituinte gama-terpineno foi de 11,6% após secagem durante 6 horas em temperatura ambiente e de 11,2% a após 48 horas nesta condição. Portanto, os resultados indicam tendência em manutenção dos níveis deste constituinte em temperatura ambiente. No entanto, a porcentagem deste constituinte após secagem em temperatura de 65 °C apresentou tendência de decréscimo após 48, 72 e 96 horas. Futuros trabalhos poderão confirmar a tendência observada neste trabalho. O borneol e o linalol, não apresentaram diferenças em suas porcentagens dentre as períodos e temperaturas avaliadas, portanto a secagem durante 6 horas em temperatura ambiente pode ser utilizada para manter os níveis destes constituintes.

TABELA 1 – Porcentagem dos componentes do óleo essencial de *Thymus vulgaris* L. - Curitiba 2012.

			o Hora			6 Horas			24 Horas			48 Horas			72 Horas			96 Horas		
Pico	IR	Identificação	Amb.	45 °C	65 °C	Amb.	45 °C	65 °C	Amb.	45 °C	65 °C	Amb.	45 °C	65 °C	Amb.	45 °C	65 °C	Amb.	45 °C	65 °C
1	930	alfa-tujeno	0,5	0,3		0,6		0,7	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7		0,7	0,9			0,7	0,5
2	937	alfa-pineno											0,4			0,5			0,5	
3	952	alfa-fencheno											0,3			0,3				0,3
4	980	octen-3-ol	1,4	1,3	1,4	1,4	1,7	1,6	1,4	1,3	1,6	1,3	1,5	1,5	1,4	1,5	1,6	1,4	1,8	1,3
5	991	mirceno	1,4	0,9	1,3	1,5	1,3	1,4	1,0	1,3	1,5	1,4	1,3		1,5	1,6			1,2	1,0
6	1018	alfa-terpineno	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	0,7	0,9	1,0	1,1	1,0		1,0	1,1			0,9	0,7
7	1027	o-cimeno	10,6	8,4	9,2	10,7	11,3	11,5	10,0	10,2	11,9	10,2	12,7	9,9	10,8	14,1	8,1	3,7	12,9	9,4
8	1031	limoneno		0,6		0,7						0,7	0,8	5,6		0,7			0,8	0,6
9	1034	1,8-cineol		0,4		0,6		0,6	0,7			0,6	0,5	1,6		0,6			0,8	0,6
10	1061	gama-terpineno	11,6	9,2	10,0	10,4	9,5	9,7	5,7	8,6	8,4	11,2	8,2	3,8	9,0	8,5	3,2	4,1	6,4	5,6
11	1069	cis-hidrato de sabineno	1,4	1,4	1,5	1,6	2,0	1,7	1,4	1,7	1,8	1,9	1,5		1,7	1,3	1,0	1,9	1,3	1,2
12	1099	linalol	3,4	3,1	3,0	3,5	3,7	3,7	3,4	3,3	3,4	3,5	3,2		3,4	3,2	3,8	3,5	4,0	3,3
13	1146	cânfora											0,4			0,4				0,5
14	1166	borneol	1,4	1,3	1,3	1,5		1,4	1,3	1,4		1,5	1,3		1,5	1,2	1,6	1,6	1,5	1,5
15	1178	terpinen-4-ol		0,7		0,6							0,6			0,7			0,9	0,8
16	1236	metil-timil-éter											0,4			0,4				0,5
17	1245	metil-carvacril-éter										0,8	0,5			0,6				0,6
18	1293	timol	44,2	47,3	47,4	43,9	50,3	44,0	50,1	47,3	46,0	42,4	43,0	52,3	46,0	41,5	54,2	56,6	45,1	47,5
19	1300	carvacrol	21,2	21,7	22,5	20,7	17,9	21,1	22,8	22,1	19,0	21,0	20,2	24,1	21,7	19,3	25,2	25,7	20,2	22,2
20	1415	(E)-cariofileno	1,9	2,2	1,7	1,3	1,4	1,4	1,1	1,4	1,7	1,8	1,1	1,3	1,3	1,0	1,1	1,6	1,1	1,2
21	1477	gama-muuroleno		0,8							1,1									
22	1577	óxido de cariofileno											0,4			0,4				0,6

Segundo JAKIEMIU (2008), o borneol foi o componente majoritário ficando em torno de 35,14%, valor bem superior ao obtido neste trabalho que ficou em torno de 1,5% em média para todos os tratamentos. Para o o-cimeno a temperatura ambiente os valores foram constantes, mantendo 1,0% em média, a 45 °C houve uma tendência de acréscimo gradativo com valor máximo em 14,1% em 72 horas de secagem e para 65 °C, não houve diferença entre valores obtidos. Com relação ao linalol, não houve diferença entre os tratamentos.

3.4. CONCLUSÕES

A secagem de tomilho a temperatura ambiente por um período de 6 horas apresentou condição mais favorável na obtenção de melhor quantidade no teor de óleo essencial em virtude de não necessitar depender da secagem em secador e com isso não gerando custos, haja vista que não houve significativa diferença em relação ao material seco em secador.

O período de 6 horas a 20 °C ambiente pode ser adotado como técnica de pós colheita para hidrodestilação de folhas de tomilho para fins de obtenção de óleo essencial.

A secagem adotada promoveu a obtenção de timol e carvacrol, componentes majoritários do tomilho em quantidades favoráveis e também do o-cimeno, gamma-terpineno e linalol sem elevar custos na produção.

Para obtenção de matéria seca, a secagem a 45 °C e 65 °C durante o período de 24 horas apresentaram melhores resultados, mas em virtude da demanda de energia gasta, o melhor é a secagem a 45 °C.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, C. L.; OLIVEIRA, J. E. Z.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1999, 143 p.
- CARMONA, M.; VALÉRIO, A.; ZACALAÍN, A.; SALINAS, M. R. Influência del timol em la Puesta de Cria de la Abeja melífera. **Vida Apícola**, nº 113 maio-junho. V. 299, p. 162, Barcelona, 2002.
- CASTRO, L. O.; CHEMALE, V. M. **Plantas Medicinais: condimentares e aromáticas**. Guairá: Agropecuária, 1995. 194 p.
- DEANS, S.G; SVOBODA, K.P. Effects of drying regime on volatile oil and microflora of aromatic plants. **Acta Horticulturae**, n.306, p.450-452, 1992
- HU, F. B.; WILLETR, W. C.. Optimal chets for prevention of coronary heart disease. **Journal of American Medicinal Association**, v. 288, n. 20, p. 2569-2578, 2002.
- JAKIEMIU, E. A. R. **Uma contribuição ao estudo do óleo essencial e do extrato de tomilho (*Thymus vulgaris* L.)** Curitiba, PR. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná, 2008
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil nativas e exóticas**. 2ª Ed. Instituto Plantarum. Nova odessa- SP. P. 11-25; p. 387-388, 2008.
- MARTINS, E. R.; CASTRO, D. N.; CASTELLANI, D. C.; DIAS J. E. **Plantas Medicinais. Viçosa**. UFV, Imprensa Universitária, 1994. 220 p.
- MATOS, J. K. A. **Plantas medicinais: aspectos agronômicos**. Brasília, DF: 1996 51 p.

MEWES, S.; KRUGER, H.; PANK, F. Physiological morphological chemical and genomic diversities of different origins of thyme (*Thymus vulgaris* L.). **Genetic Resources Crop Evolution**, v. 55. P. 1303-1311, 2008.

OLIVEIRA, J. E. Z. **Variabilidade isoenzimática e do teor de óleo essencial em acessos de *Bidens pilosa* L.** Viçosa-MG: UFV, 1997. 72 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento)- Iniversidade federal de Viçosa, 1997.

PIMENTEL, F.A; CARDOSO, M.G; ANDRADE, M.A; ZACARONI, L.M;GUIMARÃES, L. G. L; SALGADO, A. P. S. P; FREIRE, J; MUNIZ, F. R; MORAIS, A. R. Influência da temperatura de secagem sobre o rendimento e a composição química do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.).Bur. & K. Shum. **Química Nova**. São Carlos-SP. v. 31. n. 3, p. 523 -526, 2008.

PORTES, A.; GODOY, R. L. O. Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.): Propriedades antimicrobiana e química do óleo essencial. **Boletim CEPPA**. v. 19, n. 2, p. 193-210, jul-dez. 2001.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. **A new version of the assistat statistical assistance software**. In: World Congress on Computers in Agriculture, 4. Orlando-FL -USA: Anais. American Society of Agricultural Engineers. Orlando. p.393-396, 2006.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. A generalization of retention index system including linear temperature programated gas-liquid chromatography. **Journal of Cromattography**. Canadá. v.11, p. 463-471, 1963.

VENSKUTONIS, P. R. Effect of dryng em the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.) **Food Chemistry**, v. 59, n. 2, p. 219-227, 1997.

4. TEOR E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS E CONDIÇÕES DE SECAGEM

Essential oil yield and composition of lemon grass under different temperature and drying conditions.

Gilnei Machado Rosa^{1*}, Cícero Dechamps², Wanderlei do Amaral³, Humberto Bizzo⁴

RESUMO

Cymbopogon citratus (DC) Stapf pertence à família Poaceae e é conhecido popularmente como capim-limão e produz óleo essencial com propriedades antiespasmódica, antibacteriana, antimicrobiana, antifúngica. Objetivou-se avaliar o efeito de temperaturas e períodos de secagem no teor e composição de óleo essencial de capim-limão. Os tratamentos para secagem consistiram de três temperaturas (ambiente, 45 °C e 65 °C) e cinco períodos (0,6,48,72 e 96 horas). A extração do óleo essencial foi feita em aparelho Clevenger modificado, por 2 horas e 30 minutos. Após a extração, realizou-se a avaliação do teor do óleo essencial, determinando a densidade e a massa para o cálculo em base seca. A composição foi determinada com cromatografia gasosa acoplada com espectrômetro de massa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5. As médias foram submetidas à análise de variância e regressão. A temperatura recomendada para extração de óleo essencial de capim-limão foi ao ambiente por um período de 6 horas onde obteve-se 83,5% de citral e um teor de 24,66 $\mu\text{L g}^{-1}\text{ms}$. Com o propósito de comercialização de biomassa seca, a temperatura de 45 °C por um período de 48 horas apresentou 63,5% de

citral e umidade na faixa de 10%, valor dentro do mínimo exigido (8 a 12%) para que se possa manter a qualidade do produto para a indústria.

Palavras chaves: Óleo essencial; capim-limão; citral.

ABSTRACT

Cymbopogon citratus (DC) Stapf, usually known as lemon grass, belongs to the Poaceae family, and produces essential oil with antispasmodic, antibacterial, antimicrobial, antifungal properties. This work had as main objective to evaluate the effect of temperature and drying conditions on essential oil yield and composition of lemon grass. The plant material was obtained from Coopaflorea, Turvo-PR, in March 2012. The experimental design was completely randomized factorial 3 x 5 with 3 replications, comparing drying methods (ambient, 45 °C and 65 °C) and drying periods (0, 6, 48, 72 and 96 hours). The essential oil samples were obtained by hydrodistillation using a Clevenger apparatus during 2 hours and 30 minutes and analyzed by GC/MS. The analyses of variance was performed using the ASSISTAT software and the homogeneity of variances were submitted to the Bartlett test. The recommended method for extraction of lemon grass in order to get better oil content (24.66 $\mu\text{L g}^{-1}\text{ms}$) was at room temperature with 6 hour period with 83.5% citral. For the purpose of commercialization of dry biomass, the temperature of 45 °C with 48 hours was more appropriate as it showed a value suitable for citral (63.5%) and moisture content below 10% to maintain the required quality.

Key words: Essential oil; lemongrass, citral.

4.1.INTRODUÇÃO

Cymbopogum citratus (D.C.) Stapf, pertencente à família Poaceae, caracteriza-se por apresentar folhas longas e flores raras e estéreis em nossas condições (LORENZI & MATOS, 2008). Espécie de hábito perene, apresenta desenvolvimento na forma de touceiras compactas e robustas e com rizoma semi-subterrâneo. O óleo essencial de capim-limão é um dos mais importantes comercializados no mundo, entre os países que tradicionalmente cultivam estão à Índia, Guatemala, Haiti, Madagascar e Brasil (NASCIMENTO et al, 2006).

Além das propriedades fitoterápicas das folhas desidratadas como calmante, antitérmico, antitussígeno e analgésico. Possui aplicação em técnicas agronômicas de conservação do solo, sendo utilizado na composição de cercas vivas e na contenção de encostas para evitar erosão. Sua maior importância econômica, no entanto consiste na produção de óleo essencial, rico em citral e largamente utilizado na indústria de alimentos e de cosméticos (COSTA et al, 2005).

O citral, mistura dos isômeros, geranial (α -citral) e neral (β -citral) (FERREIRA & FONTELES, 1989), presente no óleo essencial de capim-limão é armazenado em células oleíferas concentradas na face abaxial das folhas (LEWINSOHN et al, 1998). Para a espécie ser utilizada como produto comercializável, há necessidade de apresentar no mínimo 75% de citral, para conferir ação calmante e antiespasmódica (ALMEIDA & CANECHIO FILHO, 1973). Estes níveis de citral são importantes na utilização do capim limão como matéria-prima na obtenção de ionas, empregada na fabricação de perfumes e na síntese da vitamina A (MARTINS et al, 2004).

Considerando a importância da qualidade da matéria prima relacionada ao teor e composição do óleo essencial, bem como a característica volátil dos constituintes, estudos têm sido realizados para obtenção de protocolos de beneficiamento pós-colheita. A secagem de

espécies aromáticas tem como finalidade principal manter a qualidade da matéria-prima pela eliminação.

O trabalho teve como objetivo determinar o teor e composição do óleo essencial de folhas de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sob diferentes métodos e temperaturas de secagem.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Material vegetal e condições experimentais

Amostras de folhas capim-limão foram obtidas no mês de março de 2012 em área de produção da Coopaflora, município de Turvo, localizado na Região Centro – Sul do Paraná, que apresenta Clima – Subtropical Cfa e altitude de 1040 m.

As condições de temperatura e umidade foram monitoradas com termohigrômetro marca Thermo Digital (TRICAE) durante o período de 02 a 12 de março de 2012. Os secadores utilizados foram da marca Nova Ética, com circulação de ar forçado, com temperaturas de 45 °C e 65 °C.

4.2.2. Extração do óleo essencial

As amostras de óleo essencial foram obtidas por hidrodestilação em aparelho Clevenger durante 2 horas e 30 minutos, utilizando-se 100 g de folhas frescas com aproximadamente 10 cm de comprimento, em 1 litro de água destilada, utilizando-se balão de vidro com fundo redondo com capacidade de 2 litros. As mantas aquecedoras utilizadas foram

da marca Ligen (300W). Em seguida, as amostras foram coletadas com micropipeta de precisão marca Labmate Soft (10 - 100 μ L) e centrifugados por 2 minutos a 2000 rpm em microcentrífuga marca Sigma.

A determinação do teor de óleo essencial foi realizada a partir do cálculo da densidade, sendo os valores expressos em massa seca, considerando-se a porcentagem de umidade do tecido vegetal.

4.2.3. Análise dos constituintes do óleo essencial.

Os constituintes do óleo essencial foram identificados e quantificados por cromatografia em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massa (CG/SM) na Embrapa Agroindústria de Alimentos, RJ. O equipamento utilizado foi da marca Agilent 7890-A, com detector de ionização por chama (FID) a 250 °C em coluna HP (30 m de comprimento, 25 mm de diâmetro interno e 0,25 μ m de espessura de filme), utilizando-se hidrogênio como gás de arraste (1,0 mL. min⁻¹). Para cada amostra, foi injetado de 1,0 μ L, em injetor aquecido entre 250 °C – 280 °C, operando no modo com divisão de fluxo (1:5). A programação de temperatura do forno foi de 60 °C a 240 °C com aquecimento de 3 °C/min. Os espectros de massas foram obtidos empregando-se a mesma coluna cromatográfica, nas mesmas condições acima, utilizando-se Hélio como gás de arraste 91 mL/min e ionização eletrônica a 70 eV. Fonte de ionização foi mantida a 220 °C, o analisador a 150 °C e a linha de transferência a 260 °C. Os índices de retenção lineares foram calculados a partir dos tempos de retenção dos componentes dos óleos essenciais e de série homóloga de n-alcanos injetados na mesma coluna e com as mesmas condições de análise acima (VAN DEN DOOL & KRATZ, 1963).

4.2.4. Delineamento experimental e análise estatística.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 3 x 5 com 3 repetições, comparando-se diferentes métodos de secagem (ambiente, 45 °C e 65 °C) e períodos de secagem (0, 6, 48, 72 e 96 horas). Para a análise de variância, as médias foram submetidas ao programa estatístico ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO, 2006) e o teste de Bartlett foi usado para testar a homogeneidade das variâncias. Para os fatores e as médias submetidas à análise de regressão.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A secagem de folhas de capim-limão ao ambiente manteve os teores de óleo essencial durante o período de até 96 horas. Porém, na secagem realizada em temperaturas de 45 e 65 °C houve redução drástica no teor de óleo essencial a partir de 48 horas (Figura 01). Considerando a eficiência das diferentes condições de secagem na redução de umidade, verificou-se que houve diminuição de aproximadamente 30% de umidade nas condições de ambiente (Figura 02), o que está relacionado com as condições do ambiente durante a avaliação cuja temperatura média foi 28 °C e a umidade relativa 65% . A secagem durante 48 horas nas temperaturas de 45 °C e 65 °C, no entanto, reduziu a umidade das folhas em aproximadamente 10%, dentro dos valores de 8% a 12% que atualmente é recomendado pela indústria de chás para garantir a qualidade do produto. Experimentos anteriores realizados em Porto Rico com capim-limão (GUENTHER, 1972) demonstrou que a secagem natural por período superior um período de cinco dias consecutivos resultou em diminuição do teor de óleo essencial, porém com maior teor de citral, seu componente principal. Dessa forma, a

secagem tornou-se parte do pré-processamento do capim-limão nas destilarias produtoras de óleo essencial.

Considerando que a principal característica dos óleos essenciais é a volatilização. BUGLLE et al, (1999) avaliaram a influência de diferentes temperaturas de secagem (30, 50, 70 e 90 °C) em folhas de capim-limão. Os autores observaram que o maior teor de óleo essencial ocorreu nas temperaturas de 30 a 50 °C, as quais não apresentaram diferença significativa entre si, porém nas temperaturas de 70 e 90 °C, houve decréscimo no teor provavelmente devido às perdas por volatilização.

Outro fator relacionado com redução no teor de óleo essencial em espécies aromáticas submetidas à secagem está relacionado com as estruturas de síntese e armazenamento. No caso do capim-limão, o óleo essencial está armazenado em estruturas internas (células lisígenas) e as condições de secagem podem contribuir para a degradação dos tecidos foliares e consequente redução nos teores de óleo essencial. De acordo com HERTWIG (1991), temperaturas superiores a 40 °C danificam as estruturas secretoras de óleos essenciais, induzindo assim maiores perdas do teor de óleo essencial do produto seco. BUGGLE et al, (1999), por sua vez, avaliando a influência de diferentes temperaturas de secagem (30, 50, 70 e 90 °C) em folhas de capim-limão, observaram que o maior teor do óleo essencial ocorreu nas temperaturas de 30 e 50 °C, as quais não apresentaram diferenças significativas entre si. PEISINO et al, (2005), no entanto, obtiveram valores semelhantes do teor de óleo essencial obtido a temperatura ambiente e em secadores a 40, 50, 60 e 100 °C durante 24 horas. Ainda segundo os autores, os componentes majoritários neste experimento foram o neral, geranial e mirceno segundo SOUZA et al, (1991). No presente trabalho, estes constituintes também foram majoritários e a secagem durante 6 horas em temperatura ambiente resultou em teor de 83,5% de citral, valor este acima do mínimo de 75% exigido pela indústria. Para a produção

de biomassa seca dentro dos padrões que a indústria exige para chás e venda in natura, a secagem a 45 °C durante 6 horas é o mais recomendado pois resultou em teores de neral superior a 80% (FIGURA 2). COSTA et al, (2005), obtiveram 30,1% de neral e 39,59% de geranial, valores próximos dos encontrados neste trabalho. Além destes constituintes, a análise da composição química do óleo essencial identificou os constituintes acetato de geranila (10,9%), geraniol (5,4%), ácido gerânico (4,2%), formiato de nerila (3,5%), mirceno (2,1%), 6-metil, 5-hepteno-2-ona (1,3%), linalol (1,0%) e formiato de geranila (0,6%). Trabalhos anteriores relacionados à secagem de folhas de capim limão têm demonstrado variações na composição do óleo essencial, o que está relacionado não apenas às condições de secagem propriamente ditas como também ao manejo adotado na produção. Apesar da espécie não apresentar grande variabilidade genética, as condições edafoclimáticas nas regiões produtoras são bastante variáveis nas condições nacionais, o que resulta em alterações tanto no teor como na composição do óleo essencial. Esta realidade justifica trabalhos específicos com os recursos genéticos das regiões produtoras de forma a atender a demanda por matéria prima de qualidade.

4.4. CONCLUSÃO

A secagem de folhas de capim-limão a 45 °C durante 48 horas resulta em teores de umidade suficiente para garantir a conservação do produto para o mercado de consumo in natura, porém apresenta redução no teor de óleo essencial.

Caso a finalidade da exploração comercial de capim limão seja o mercado de óleos essenciais, a secagem pode ser realizada em condições de ambiente até 96 horas após a

colheita, sem prejuízo no teor de óleos essenciais e com aumento da eficiência do processo de destilação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. de C.; CANECCHIO FILHO, V. **Principais culturas**. 2 ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973, 2 v. ilustr.

BUGGLE, V.; MING, L.C.; MARQUES, M.O.M.; FURTADO, E.; ROCHA, S.F.R. Influence of different drying-temperatures on the amount of essential oils and citral content in *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. - POACEAE. *Acta Horticulturae*, n.500, 1999. Disponível em: < http://www.actahort.org/books/500/500_8.htm > Acesso em: 30 set. 2012

COSTA, L. C. B., CORRÊA, R. M., CARDOSO, J. C. W., PINTO, J. E. B. P., BERTOLUCCI, S. K. V., FERRI, P. H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23 n. 4, 2005. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362005000400019&script=sci_arttext > Acesso em:30 set. 2012.

FERREIRA, M. S. C.; FONTELES, M. C. Aspectos etnobotânicos e farmacológicos do *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (capim limão). **Revista Brasileira de Farmácia**, v.70,p.94-97,1989.Disponível em: < www.revistas.ufg.br/index.php/REF/article/download/20491/11987 > Acesso em: 02 out. 2012

GUENTHER, E. **The essential oils**. Nova Iorque: R.E. Krieger, 1972. 6v.

LEWINSOHN, E.; DUDAI, N.; TADMOR, Y.; KATZIR, I.; RAVID, U.; PUTIEVSKY, E., JOEL, D.M. Histochemical localization of citral accumulation in lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf). *Annals of Botany*, v.81, p.35-39, 1998. Disponível em: [www. http://aob.oxfordjournals.org/content/81/1/35.full.pdf](http://aob.oxfordjournals.org/content/81/1/35.full.pdf). Acesso em: 13 out. 2012

MARTINS, M. B. G.; MARTINS, A. R.; TELASCREA, M.; CAVALHEIRO, A. J. Caracterização anatômica da folha de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf e perfil químico do óleo essencial. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 6, n. 3, 2004.

MIRANDA, V. C., **Influência de condições de secagem, sombreamento, horário de colheita e procedência das plantas sobre o teor de óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.)**. Stapf – Dissertação Mestrado em Produção Vegetal Universidade Federal do Tocantins- TO.

MORAIS L.A.S., **Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais**. **Horticultura Brasileira**, 2009

NASCIMENTO, L.B **Influência do horário de corte na produção de óleo essencial de capim-santo (*Andropogum* sp)**.Revista Caatinga.,v.19,n.2,p.123-127, 2006.

PEISINO, A. L., ALBERTO, D. L., BAHIA, G. S. S., MENDES, M. F., CALÇADA, L. A. **Determinação de parâmetros na secagem** do *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (**capim-limão**): PARTE I VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 2005.

ROCHA, R.P., MELO, E. C., CORBIN, J. B., BARBOSA, L. C. A., BEBERT, P. A. **Influência do processo de secagem sobre a qualidade do óleo essencial de tomilho**. VI Simpósio Iberoamericano de Plantas Medicinais – Ponta grossa – PR, 2012.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. **A new version of the assistat statistical assistance software**. In: World Congress on Computers in Agriculture, 4. Orlando-FL -USA: Anais. American Society of Agricultural Engineers. Orlando. p.393-396, 2006.

SOUSA, M.P.; MATOS, M.E.O.; MATOS, F.J.A.; MACHADO, M.I.L.; CRAVEIRO, A.A. **Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras**. Fortaleza, 1991. 416 p.

VON HERTWIG, I.F. **Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem, comercialização**. São Paulo, 1991. 414 p.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. A generalization of retention index system including linear temperature programmed gas-liquid chromatography. **Journal of Chromatography**. Canadá. v.11, p. 463-471, 1963.

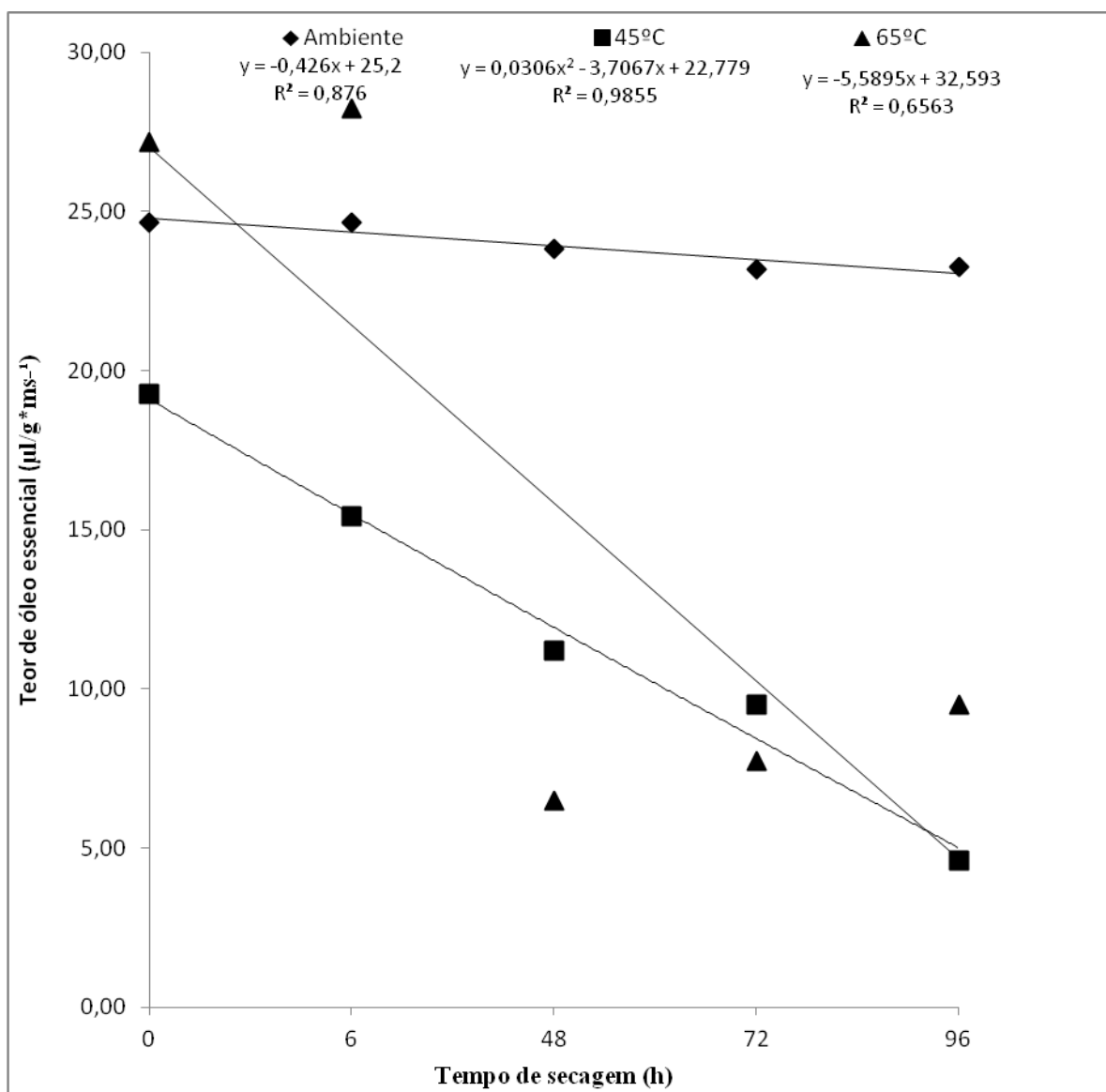


FIGURA 7: Teores médios óleo essencial de folhas de capim-limão secas ao ambiente, a 45°C e 65 °C.

Curitiba-PR, 2012.

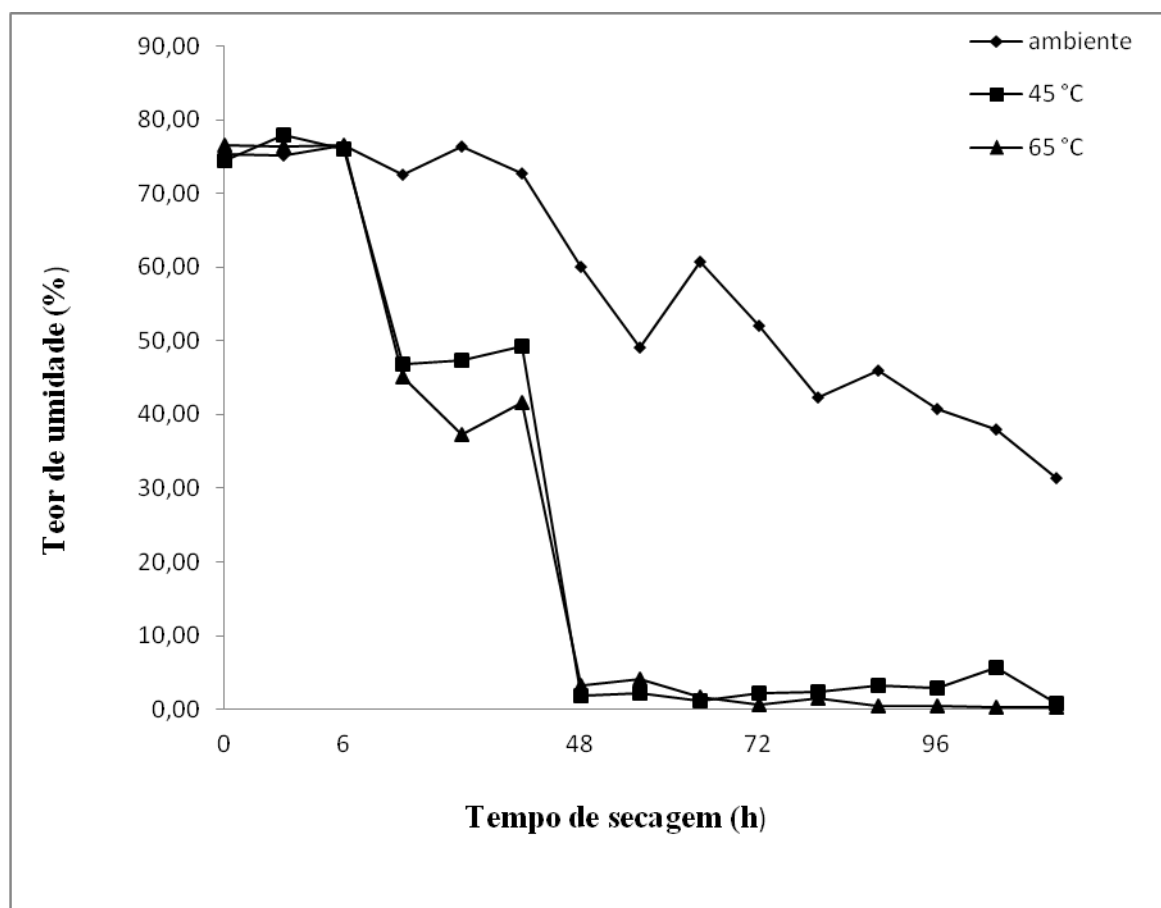


FIGURA 8: Teores médios de umidade das folhas de capim-limão secos ao ambiente, a 45°C e 65 °C. Curitiba-PR, 2012.

TABELA 2: Análise de variância do teor de óleo essencial de folhas de capim-limão em diferentes temperaturas e períodos de secagem. Curitiba-PR, 2012.

EXPERIMENTO FATORIAL				
FV	GL	SQ	QM	F
Temperatura (F1)	2	989.09643	494,54822	25,8876 **
Período (F2)	4	1138.30882	284,57721	14,8964 **
F1 x F2	8	691.90832	86,48854	4,5273 **
Tratamentos	14	2819.31358	201.37954	10,5414 **
Resíduos	30	573.11100	19.10370	
Total	44	3392.42458		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 < p < .05$)

TABELA 3: Médias de interação do teor de óleo essencial de folhas de capim-limão em diferentes temperaturas e períodos de secagem. Curitiba-PR, 2012.

Temperatura (A)	Período (B)				
	0 horas	6 horas	48 horas	72 horas	96 horas
Ambiente	24,67aA	24,25aA	21,074aA	23,19aA	23.28aA
45 °C	19,27aA	15,43bA	11,21bAB	9,49baB	4,61bB
65 °C	27,20aA	28,24aA	6,49bB	7,73bB	9,49bB

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si.

Foi aplicado Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

CV% = 25.65%

TABELA 4: Regressão na análise de variância do teor de óleo essencial de folhas de capim-limão em diferentes temperaturas e períodos de secagem. Curitiba-PR, 2012.

REGRESSÃO NA ANÁLISE DE VARIÂNCIA - INTEIRAMENTE CASUALIZADO				
FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	849.34585	849.34585	44.4598**
Reg Quadrática	1	14.30412	14.30412	0.7488ns
Reg. Cúbica	1	41.16442	41.16442	2.1548ns
Reg. 4º Grau	1	230.73823	230.73823	12.0782**
Reg. 5º Grau	1	1.20107	1.20107	0.0629ns
Desvios	9	1682.55989	186.95110	88.0751**
Tratamentos	14	2819.31358	201.37954	10.5114--
Resíduos	30	573.11100	19.10370	
Total	44	3392.42458		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

ANEXOS

ANEXO 1: Seleção das folhas e eliminação de impurezas do *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf . Curitiba-PR, 2012



ANEXO 2: Biomassa do *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf em secador . Curitiba-PR, 2012.



ANEXO 3: Biomassa particulada do *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sendo acondicionada em balões . Curitiba-PR, 2012.



ANEXO 4: Sistema de hidrodestilação tipo Clevenger . Curitiba-PR, 2012.



ANEXO 5: Óleo essencial obtido após hidrodestilação . Curitiba-PR, 2012.

